

ESTIMATIVA DO CUSTO PRIVADO DA RECUPERAÇÃO DE MATAS CILIARES ATRAVÉS DA PROGRAMAÇÃO LINEAR¹

Paulo Edgard N. de Toledo²
Cícero Juliano Monticelli³

1 - INTRODUÇÃO

Muito embora a constatação da existência de problemas de deterioração do meio ambiente e de recursos naturais seja bastante antiga, apenas quando as evidências assumem proporções alarmantes é que algumas comunidades mais desenvolvidas passam a adotar medidas para evitar e/ou amenizar seus efeitos.¹

O chamado "consumo" de meio ambiente, um dos produtos do processo de crescimento econômico, gerado principalmente pela industrialização, alterou sobremaneira as relações entre o homem e a natureza. Entretanto, esse crescimento econômico tornou crítico o estado de certos componentes do meio ambiente, que continuam a ser tratados como bens livres ou quase livres, por exemplo causando a deterioração total de certos rios. A industrialização e conseqüente evolução técnica, a princípio somente consideradas como conquistas da sociedade moderna, passaram a ser responsabilizadas pelas agressões ao meio ambiente e uso predatório dos recursos naturais, e vistas inclusive como formas potenciais de restrições ao próprio crescimento econômico.

Assim sendo, nas últimas décadas a sociedade tem presenciado o crescimento da conscientização e dos debates sobre as necessidades de recuperação, preservação e racionalização do uso dos recursos naturais. Ao mesmo tempo, inicialmente de forma tímida e esporádica, mas agora sistematicamente e com

grande relevância, conferências e seminários de um amplo espectro científico sobre o tema referendam a importância de seu caráter multidisciplinar.

Todavia, a grande maioria das abordagens iniciais resultou de uma demanda social que requeria da comunidade científica um apoio ao movimento conservacionista e, por conseguinte, fazia menor uso do instrumental analítico das ciências envolvidas. Mais recentemente, têm surgido estudos com maior acuidade no tratamento científico, em que os temas preferidos são a poluição industrial urbana e a devastação das reservas florestais. Neste artigo pretende-se abordar uma das inúmeras faces do segundo tema.

2 - ECONOMIA DE RECURSOS NATURAIS

Segundo FISHER & PETERSON (1976), os estudos econômicos que enfocam questões sobre recursos naturais podem ser classificados em dois grandes grupos:

a) a economia de recursos naturais - em que são abordados os problemas relativos ao uso alternativo dos recursos, sua exploração, conservação e eventual esgotamento, cujos resultados implicam principalmente parâmetros auxiliares para as escolhas entre possibilidades de alocações e para as avaliações sobre o uso no futuro e

b) a economia do meio ambiente - que trata dos problemas ambientais propriamente ditos, cujo foco se situa não tanto na maneira como são usados os recursos mas no modo como as atividades de alguns indivíduos afetam o bem-estar de outros (custos sociais provocados pela poluição).

Tais agrupamentos, embora não sejam totalmente independentes, podem apresentar linhas de análise substancialmente diferentes para um ou outro caso. Assim, por exemplo, pode-se considerar a perda de solo não apenas

¹Os autores agradecem ao Dr. Fernando Curi Peres e ao Dr. Ricardo Shirota, professores do Departamento de Economia e Sociologia Rural da ESALQ/USP, o estímulo à realização desta pesquisa.

²Engenheiro Agrônomo, MS, Pesquisador Científico do Instituto de Economia Agrícola.

³Engenheiro Agrônomo, MS, Pesquisador Científico do Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves, EMBRAPA.

sob a ótica da depreciação de um fator de produção, mas também, como a emissão de resíduos causadores da poluição de rios e lagos, e como tal, a não conservação do solo assume, para a sociedade, o caráter de uma externalidade negativa do processo produtivo privado.

Segundo NOGUEIRA (1982), "alguns autores têm encarado a questão da preservação como um investimento presente a ser confrontado com a perspectiva de um aumento futuro da produção, de maneira que, o problema básico se reduz à determinação da mais apropriada taxa de desconto da receita futura. Este método é, sem dúvida, uma simplificação exagerada de uma situação muito mais complexa".

Outras abordagens podem ser levadas a efeito como, por exemplo, o uso de modelos teóricos que equacionam o balanço de matéria física na produção, citado por DESAIGUES (1990). Seguindo esta abordagem, através da lei da conservação das massas foram construídos modelos que descrevem, em unidades físicas, os fluxos de matéria através de um sistema econômico. Estes modelos são constituídos de três agregações principais: da produção, do consumo e do meio ambiente. O modelo, sendo enriquecido pela agregação de um sistema de preços, permite determinar, entre outros valores, a eficiência da alocação de recursos em diferentes usos alternativos.

A análise de insumo-produto, método desenvolvido por LEONTIEF (1970), o qual dá operacionalidade à análise de equilíbrio geral, também tem sido largamente empregada para avaliar os impactos do desenvolvimento sobre o meio ambiente e sobre os recursos naturais. Esta tem sido aplicada tanto em modelos microeconômicos como, por exemplo, avaliando o consumo de determinado recurso escasso, como também em abordagens macroeconômicas para determinar os possíveis efeitos da aplicação de políticas de preservação do meio ambiente.

Há ainda uma concentração expressiva de trabalhos com ênfase nos custos e benefícios sociais decorrentes das divergências entre a escolha individual e a escolha coletiva sobre os destinos e/ou emprego de recursos naturais, os quais, por sua vez, podem se construir em bens privados ou em bens públicos.

Neste artigo tem-se o interesse de tentar avaliar o efeito externo negativo gerado sobre a produção, pelo enquadramento da produção à legislação de proteção de matas ciliares e de estoque de reservas florestais. Estas ações geram custos (deseconomias) aos produtores, pelos quais estes não são diretamente compensados pela sociedade, ou geram benefícios (economias) para a comunidade sem que sejam devidamente recompensados pelos mesmos. Estes conceitos estão correlacionados com a possibilidade de distinguir custos e benefícios, quanto ao caráter público ou privado. Estes conceitos podem também ser expressos por externalidade negativa ou positiva, quando a análise é realizada pela ótica da produção, ou do consumo.

3 - JUSTIFICATIVA E OBJETIVO

Segundo HEADY (1950), entre os principais teóricos da linha clássica na economia da conservação do solo, cujos trabalhos foram referência básica durante décadas, "Conservação não é um problema especial em economia. Como nas outras áreas da teoria da produção, o problema está em alocar recursos escassos entre fins alternativos, porém em diferentes períodos de tempo". Nesta linha teórica qualquer análise econômica aplicada à preservação do meio ambiente torna-se uma comparação entre custos e benefícios.

Entretanto, a dificuldade na avaliação precisa de custos e benefícios da preservação e recuperação de matas, como também nas demais ações voltadas à proteção do meio ambiente, contribui para o enfraquecimento dos resultados obtidos. Algumas das variáveis, ainda que carregadas de subjetividade, podem ser estimadas como por exemplo os ganhos de produtividade. Contudo, outras como o valor da segurança obtida pela comunidade ao viver em meios bem conservados têm na mensuração uma incógnita.

O objetivo desta análise é estimar o custo privado da recuperação de matas ciliares, decorrentes de ações imperativas, em áreas onde se aplicam os dispositivos legais inerentes, através da programação linear como método.

O raciocínio está baseado na assertiva

de que: a redução apresentada pelo valor máximo da função objetivo de uma propriedade agrícola, quando esta empresa tem sua área explorável reduzida pela implantação de projeto de recuperação de matas, nada mais é que o custo de oportunidade ou preço-sombra daquela área e, portanto, uma estimativa bastante adequada do custo privado da recuperação de matas ciliares. O preço-sombra (*shadow price*) ou custo de oportunidade representa a alteração no valor da função objetivo pelo acréscimo de uma unidade da fator restritivo em questão. Como a imposição do plantio de matas ciliares na realidade agrega o custo do repovoamento florestal e restringe a área explorável da propriedade, tem-se na redução do valor da função objetivo o preço-sombra ou custo de oportunidade da recuperação.

Neste caso específico far-se-á uso da programação linear para reproduzir o sistema aplicado em determinado ano agrícola de uma empresa. Desta forma, aceita-se como pressuposição básica a escolha de atividades efetuada pelo empresário como a de máxima eficiência administrativa, ou seja, o empresário optou pelo conjunto de atividades mais adequado à sua empresa, naquela ocasião.

4 - METODOLOGIA

Neste capítulo, após a explicitação matemática do instrumental analítico, descrevem-se a origem dos dados básicos e a forma como estes foram organizados para viabilizar a análise.

4.1 - Programação Linear

Na resolução de problemas envolvendo alocação eficiente de recursos escassos, buscando maximizar ou minimizar um objetivo específico, pode-se utilizar a programação linear como instrumento de cálculo. Faz-se necessário, neste caso, que o sistema de equações e/ou inequações seja composto por funções lineares.

Um sistema de equações e/ou inequações lineares que caracteriza uma programação linear pode ser explicitado da seguinte forma:

Maximizar ou minimizar Z (solução

ótima), com

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

sujeita às restrições,

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n (=, >, <) b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n (=, >, <) b_2$$

$$\dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n (=, >, <) b_m,$$

com

$$x_1, x_2, \dots, x_n > 0.$$

Neste caso tem-se um conjunto de n atividades baseadas na utilização de m recursos, sujeitas à m restrições sobre a combinação das quantidades dos mesmos.

Conforme CAIXETA FILHO (1991), existem várias técnicas matemáticas para resolução de sistema de equações lineares, tais como a regra de Cramer, o método de Gauss-Jordan e o método Simplex. Neste estudo faz-se uso do aplicativo para microcomputadores LP88, cujo fluxograma está baseado no método Simplex. Tal método, partindo de uma solução básica inicial, vai gerando novas soluções através da introdução progressiva de alternativas que conduzam para a maximização ou minimização de Z (função objetivo). Uma vez obtida a solução ótima, um ou mais fatores mostrar-se-ão restritivos (limitantes ao aumento do retorno) e para cada um deles emerge do sistema o respectivo preço-sombra, que é a variação positiva na função objetivo decorrente de uma unidade adicional do fator restritivo.

4.2 - Dados Básicos

Os dados da empresa agrícola, usada como parâmetro básico para este trabalho, referem-se à propriedade identificada por BEMELMANS (1986) como SJ-5 no Programa de Acompanhamento de Análise Econômico-Financeira de Empresas Agrícolas, executado pelo Instituto de Economia Agrícola. Tal empresa situa-se no município de São José do Rio Pardo, região sudeste do Estado de São Paulo, às margens do rio que dá nome ao município, e foi selecionada por sua oportuna localização geográfica, com relação ao objetivo deste trabalho.

Os dados referem-se ao ano

agrícola de 1984/85, conforme sugestão de Bemelmans, pelo fato de os registros da SJ-5, para aquele ano, apresentarem-se mais completos e com melhor qualidade (Tabela 1).

Com este estoque de capital, em benfeitorias e instalações, máquinas e equipamentos, animais de exploração e de serviço, material para consumo (sementes, fertilizantes e defensivos), o estabelecimento desenvolveu suas principais atividades da safra agrícola, em 1984/85, em um total de 462 hectares de área explorada (Tabela 2).

Quanto à disponibilidade de máquinas e mão-de-obra, pode-se notar que ambos os fatores não eram restritivos: as máquinas eram

TABELA 1 - Resumo de Inventário da Propriedade SJ-5, São José do Rio Pardo, Estado de São Paulo, ao Final do Ano Agrícola de 1984/85

(em milhão de cruzeiros de julho de 1985)

Item	Unidade	Quantidade	Valor
Terra	ha	469,48	3.210,30
Café	pé	173.813	1.347,70
Outras perm.	-	-	56,40
Benfeitorias	-	-	361,20
Máq. e equip.	-	-	251,80
Utens. arreios	-	-	24,50
Bov. de leite	cab.	523	451,20
Anim. trab.	cab.	2	2,20
Eqüinos	cab.	6	2,00
Fert. corret.	t	170,60	24,20
Defensivos	-	-	12,00
Semen. mudas	-	-	1,90
Ração p/ bov.	t	13,27	29,30
Outros	-	-	0,30
Posição bancária	-	-	-
Total			5.775,00

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

TABELA 2 - Área, Produção e Rendimento das Explorações da Propriedade SJ-5, São José do Rio Pardo, Estado de São Paulo, ao Final do Ano Agrícola de 1984/85

Exploração	Unidade	Quantidade (pé/cab.)	Área (ha)	Produção	Rendimento (kg/ha)
Café (form.)	t	29.000	5,65	8,10	1.433
Café (prod.)	t	139.000	104,67	150,00	2.231
Milho grão	t	-	12,10	27,00	26.841
Milho silagem	t	-	50,82	2.169,30	2.341
Leite	l	523	276,00	671,00	4.896

Alho	t	-	9,30	45,50	4.633
Arroz	t	-	1,80	8,30	2.400
Feijão	t	-	1,60	3,80	2.375
Frango	t	60.000	-	130.00	-

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

suficientes para cobrir, com sobras, as necessidades da fazenda e a mão-de-obra volante sempre era recrutada quando havia uma maior exigência para trabalhos braçais (Tabela 3). Embora apenas os tratores acham-se listados na tabela 3, no inventário detalhado da empresa haviam todos os implementos necessários para a execução das tarefas mecânicas requisitadas para concretizar os processos produtivos programados.

Os valores que permitiram a elaboração da matriz de coeficientes técnicos para a montagem do *tableau* inicial do problema de maximização da receita, obtida com o plano de produção executado pela SJ-5 no ano considerado como base de estudo, foram extraídos de BEMELMANS (1986).

A maioria das quantidades de exigên-

TABELA 3 - Uso de Tratores e de Mão-de-obra, por Máquina e por Categoria, Propriedade SJ-5, São José do Rio Pardo, Estado de São Paulo, 1984/85

(em dias ocupados)

Item	Dias trabalhados
Mão-de-obra	21.512
Volante	5.087
Mensalista	11.566
Empreiteiros	4.859
Trator	1.254
M.F. 275	259
M.F. 65X	263
M.F. 50X	310
Valmet caf.	204
Agrale	157
Ford 5610	61

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

cias físicas totais de fatores de produção foram agrupadas de maneira a simplificar a matriz. Tal procedimento foi adotado após verificação de

que a disponibilidade daqueles fatores estava além das necessidades exigidas pelos possíveis planos de produção, ou seja, tais fatores jamais seriam restritivos. Obviamente, leva-se em conta que sejam planos compatíveis com a realidade agrícola regional.

Assim sendo, não constam da matriz de coeficientes técnicos, por exemplo, os requerimentos de dias-máquina de implementos, pois a SJ-5 acha-se fartamente aparelhada, de forma que torna-se desnecessária a introdução, no problema básico, de equações que não venham a ter qualquer influência na determinação da solução ótima.

Estes coeficientes foram reduzidos às respectivas expressões monetárias e agrupados no item "custeio". A matriz básica de coeficientes está relacionada na tabela 4, que contém também a exigência de fatores para a recuperação de matas.

Os valores de custeio das explorações da empresa, bem como os do custeio da formação de matas ciliares estão expressos em cruzeiro de julho de 1985. Uma vez que a informação relevante pode ser avaliada em termos relativos, optou-se por mantê-los nos padrões da época da coleta de dados e, desta forma, respeitar a relação de preços vigente naquela ocasião. O valor anual total de cada atividade foi distribuído em parcelas mensais, proporcionais à estimativa de dispêndio gerada pelo processo produtivo.

Para a elaboração da estimativa de custo e fatores para recuperação de matas, os dados básicos resultam de entrevistas a especialistas da Faculdade de Engenharia Florestal (ESALQ/USP), Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI/SAA) e Instituto Florestal (SMA). Consideraram-se apenas os dados da implantação de florestas formadas por espécies nativas, à semelhança de mata original.

4.3 - Modelo de Simulação

A função objetivo calcula o maior retorno possível de ser obtido com as condições existentes na empresa. Enfatizando, assume-se que a administração tem total conhecimento da capacidade de uso das terras da empresa, e utiliza-as para os mais rentáveis empreendimentos que estas possam suportar, sob as respectivas condições edafoclimáticas e econômicas. Dessa forma, o modelo simulado foi ajustado para reproduzir exatamente as atividades da empresa agrícola em questão, reafirmando a pressuposição de máxima eficiência administrativa para a escolha realizada pelo empresário.

A função Z é expressa por $13879*ALHO + 2727*ARROZ + \dots + 2054*(FRANG1 + \dots + FRANG6) + 0,005*(T1 + \dots + T12) - 12,22*(MOC1 + \dots + MO6)$, onde a primeira parcela ($13879*ALHO$) significa que o valor monetário correspondente à receita líquida de \$13879 será adicionado à receita líquida total da empresa pela adição de um hectare de alho, e assim sucessivamente para todas as explorações sugeridas. Posteriormente têm-se as transferências de caixa ($T1, T2, \dots, T12$), uma vez que optou-se por um fluxo financeiro mensal, sendo que o saldo passa de um mês para o outro acrescido de juros de 0,5% a.m. E, ao final, têm-se os débitos correspondentes às eventuais contratações de mão-de-obra volante. No caso do fluxo de mão-de-obra, optou-se por balanços bimensais.

O sistema de equações deste problema é constituído de 34 variáveis, sujeitas a 43 restrições. Entre estas pode-se citar a título de exemplo, para

**TERRA:(ALHO+ARROZ+...+FEISEC)+
(MILHSL+PASTO) = 462ha**

TABELA 4 - Exigência de Fatores, Valor de Custeio e Receita Líquida das Explorações da Empresa SJ-5, por Hectare, Ano Agrícola 1984/85

Exploração	Fator		Valor de custeio	Receita líquida
	Mão-de-obra (DH)	Trator (DM)		
Alho	156,00	13,66	15.495,00	13.879,00
Arroz	10,00	3,90	4.992,60	2.729,00

Café	33,56	2,48	7.528,40	7.779,00
Feijão-águas	7,74	1,25	11.683,00	7.720,00
Feijão-secas	7,74	1,25	11.683,00	4.362,00
Frango-corte	6,00	0,31	4.176,00	2.054,00
Gado-leite	8,13	1,58	1.095,36	148,80
Mata ciliar	20,24	3,75	4.744,00	0,00
Milho-grão	4,99	1,89	1.394,30	0,00
Milho-silagem	4,99	1,89	1.394,30	0,00

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

condicionando a soma das áreas parciais das atividades incluídas na função objetivo a se tornar igual ao total da área explorável da empresa,

AR+FEI: (ARROZ+FEIAGU) <= 10ha

restringindo a área para culturas de subsistência de arroz e feijão das águas, à no máximo 10ha,

FRANG4: (FRANG4 <=12) e (FRANG4 >=5)

limitando o número de cabeças do plantel de frangos entre 5.000 (o mínimo viável para uma criada) e 12.000 cabeças (o máximo suportado pela instalação avícola existente).

Para se alcançar o objetivo pretendido foi montado um sistema de equações cujo resultado espelhasse, com menor distorção possível, o plano de exploração adotado pela SJ-5, no ano agrícola considerado. Assim, assume-se a premissa de que administração da empresa é racional e eficiente, de tal maneira que o referido plano representou a melhor maneira de utilizar os recursos da empresa, naquela oportunidade.

Atingido o primeiro passo (simulação A), submeteu-se então a empresa à Lei Federal 4.771 de 1965, que estabelece o Código Florestal, a qual, tendo dispositivos alterados pelas Leis 7.511 (de 07/07/86) e 7.803 (de 18/07/89), fixa as larguras das faixas de preservação permanente ao longo de cursos d'água. Como a SJ-5 acha-se à margem do Rio Pardo em uma extensão de cerca de 3.000 metros e para

explorável igual àquela imposta pela recuperação da mata ciliar. Portanto a

aquele rio a legislação exige uma faixa de 100 metros de proteção, simulou-se o plantio de matas ciliares numa área aproximada de 30 hectares, com essências nativas (simulação B).

O padrão tecnológico adotado para a recomposição de matas ciliares, também conhecidas como "mata de galeria" ou "mata ripária", varia em função das condições de clima, solo e topografia do local, os quais fornecem os critérios para selecionar as espécies mais indicadas. O porte e as exigências fisiológicas dessas plantas, por sua vez, irão determinar o sistema de recomposição mais adequado.

Neste caso, por sugestão dos especialistas consultados, adotou-se um *stand* de 2.000 plantas por hectare, onde o item mais oneroso do custeio é a aquisição de mudas, de US\$0,30 por muda, postas no local (em valor estimado para julho de 1985). Têm surgido vários programas de caráter municipal, estadual e federal de estímulo e apoio a este tipo de empreendimento; assim sendo, é bastante plausível admitir a premissa de que estas mudas possam ser distribuídas gratuitamente, a exemplo de programa suportado pela Companhia Energética do Estado de São Paulo (CESP). Por este motivo optou-se pelo valor de US\$0,30 por muda, embora possa ser considerado modesto, em se tratando de espécies nativas.

Pelo fato de o custo de implantação da mata ser significativo, fez-se necessária uma terceira simulação, para efeito comparativo, em que procura-se estimar qual seria a redução do retorno caso houvesse apenas a perda de área

simulação C, correspondente a um plano de exploração com as mesmas atividades e restrições aplicadas à uma

área total 30 hectares inferior, ou seja, a 432 hectares; desta forma o resultado obtido corresponde ao custo de oportunidade ou preço-sombra apenas da redução da área explorável, procurando separar os efeitos perda de área e recuperação da mata ripária.

5 - RESULTADOS

Observa-se uma redução significativa de 10,27% no retorno máximo obtido na simulação em que a empresa realiza a recuperação da mata ripária com recursos próprios (Tabela 5). Todavia, como os benefícios sociais desta ação poderão vir a ser maiores que o privado, é possível que a sociedade, através de programas específicos, venha a arcar com parte e/ou a totalidade dos custos deste projeto e, desta forma, reduzir a perda para até 0,27% do retorno original, motivada apenas pela redução de área passível de ser explorada pela empresa. Esta também é a perda que pode ser considerada para os anos que se seguem ao plantio, pois o custeio com manutenção da mata formada diminui fortemente, sendo quase nulo a partir do terceiro ou quarto ano.

As variáveis relevantes que participam da solução ótima das três simulações levadas a efeito nesta pesquisa estão relacionadas na tabela 6. Nota-se que a redução da área explorável pela empresa, para plantio da mata ciliar, desloca áreas utilizadas pela atividade leiteira, pelo fato desta ser o e m p r e e n d i m e n t o d e m e n o r rentabilidade. Assim, uma redução de 46 cabeças no rebanho resulta em decréscimos de 4,5 hectares utilizados para silagem, 1 hectare de milho grão e 24,4 hectares de pastagens.

As demais atividades não sofrem alte-rações nos valores da solução básica, exceto mão-de-obra contratada para os bimestres 1 e 2, quando o fluxo varia em função da redução de área explorável e/ou do plantio da mata ciliar.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se afirmar que há viabilidade no uso da programação linear para avaliar custos privados decorrentes do plantio de matas ciliares em propriedades agrícolas, por força de lei. Evidentemente a determinação do preço-sombra de determinado produto trata-se de um instrumento de auxílio à tomada de decisão pela empresa privada. Neste caso, porém, pode apresentar-se útil ao setor privado, para fundamentar a reivindicação de subsídios à recomposição da mata ripária; e às entidades públicas para quantificarem possíveis efeitos de políticas preservacionistas. Há que se ressaltar, todavia, a baixa possibilidade de generalização dos resultados, pois em se tratando de estudo de caso acham-se limitados às condições específicas da base de raciocínio.

Pautando-se nos resultados desta pesquisa, pode-se esperar um processo de engajamento espontâneo à lei bastante lento. O custo privado que ocasiona a redução de 10,76% no retorno líquido da empresa para recuperar cerca de 0,6% da área total da propriedade parece constituir-se em um bom argumento para resistência a acatar a legislação.

Isto pode significar que haverá necessidade de apoio ao proprietário para viabilizar a recuperação das matas. Esta preocupação assume caráter mais expressivo quando se observa que neste estudo de caso as áreas a serem deslocadas prestavam-se a pastagens, tratando-se, portanto, de áreas com menor valor agricultável e econômico. Imaginando-se que estas possam vir a ser de primeira qualidade, e podendo-se antever uma relação direta entre a qualidade da terra e a resistência à recuperação da mata ciliar, maior será a necessidade de estímulo aos proprietários de estabelecimentos onde a recuperação se localize em solos mais produtivos.

Finalizando, espera-se que

surjam outras avaliações semelhantes a esta, porém com método distinto, possibilitando uma análise comparativa desta metodologia da programação linear.

TABELA 5 - Decréscimos nos Retornos Máximos Resultantes da Aplicação de Planos de Recuperação de Matas Ciliares, Empresa SJ-5, Ano Agrícola 1984/85

Simulação	Valor (Cr\$)	Decréscimo (%)
A - Modelo básico	1.355.537,00	-
B - Com plantio de 30ha de matas	1.209.651,00	10,76
C - Redução da área total em 30ha	1.351.792,00	0,27

Fonte: Dados básicos do Instituto de Economia Agrícola.

TABELA 6 - Variáveis Relevantes na Base das Soluções Ótimas nos Planos de Recuperação de Matas Ciliares, Propriedade SJ-5, São José do Rio Pardo, Estado de São Paulo, 1984/85

Variável	Unidade	Simulação		
		A	B	C
Alho	ha	1.000	10.000	1.000
Arroz	ha	200	200	200
Café	ha	10.000	10.000	10.000
Feijão-água	ha	800	800	800
Feijão-seca	ha	1.000	1.000	1.000
Frango 1 a 6	cab.	12.000	12.000	12.000
Manejo	cab.	523	477	477
Milho grão	ha	1.210	1.100	1.100
Milho silagem	ha	5.090	4.640	4.640
Pastagens	ha	27.600	25.160	25.160
Mão-de-obra contr. 1	dh	27	23	-
Mão-de-obra contr. 2	dh	540	790	475

Fonte: Dados básicos do Instituto de Economia Agrícola.

LITERATURA CITADA

BEMELMANS, Paul F. **Análise econômico-financeira da empresa agrícola SJ-5, 1984/85**. São Paulo: IEA, 1986. 44p. mimeo.

CAIXETA FILHO, José V. **Pesquisa operacional aplicada à agropecuária**. Piracicaba: USP/ESALQ, 1991. 98p. (Série Didática, 65).

DESAIGUES, Brigitte & POINT, Patrick. L'economie du patrimoine naturel: quelques développements récents. **Revue D'Economie Politique**, Paris, v.100, n.6, p.707-785, Nov./Dec., 1990.

FISHER, A. C. & PETERSON, F. M. The environmental in economics: a survey. **Journal of Economic Literature**, Nashville, v.14, n.1, p.1-33, Mar. 1976.

HEADY, Earl O. Some fundamentals of conservation economics and policy. **Journal of Farm Economics**, New York, v.32, n.4, Part 2, p.1182-1195, Nov. 1950.

LEONTIEF, Wassily. Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach. **The Review of Economics and Statistics**, Cambridge, v.52, n.3, p.262-271, Aug. 1970.

NOGUEIRA, J. M. **The economics of soil erosion control measures and factors affecting their adoption, with special reference to South-East Brazil**. Londres: Universidade de London, Wye College, 1982. 518p. Tese de Doutorado.

ESTIMATIVA DO CUSTO PRIVADO DA RECUPERAÇÃO DE MATAS CILIARES ATRAVÉS DA PROGRAMAÇÃO LINEAR

SINOPSE: Este estudo de caso utiliza a modelagem por programação linear para estimar o custo privado da recuperação de matas ciliares (ripárias). As simulações foram efetuadas com base nos registros contábeis de uma propriedade do Programa de Acompanhamento e Análise Econômico-Financeira da Empresa Agrícola do Instituto de Economia Agrícola. O resultado mostra que a recuperação dos 30ha às margens do Rio Pardo, requeridos pela legislação vigente, reduziria em cerca de 10% a renda líquida daquela empresa no ano agrícola considerado no estudo.

Palavras-chave: mata ciliar, economia de recursos naturais, meio ambiente, programação linear, preço-sombra.

THE RIPARIAN FORESTS REPLACEMENT PRIVATE COST VALUE ESTIMATED THROUGH A LINEAR PROGRAMMING MODEL

ABSTRACT: This case study uses the shadow-price obtained by simulations with the linear programming model to estimate the riparian forest replacement private cost value. The database came from a farm annual accounting selected from the Farmer Accounting Monitoring Program of the Instituto de Economia Agrícola. The results show that a 30ha replacement, presently required by the law, would reduce about 10% of its net income.

Key-words: riparian forest, natural resources economics, environment, linear programming model, shadow-price.

Recebido em 08/11/95. Liberado para publicação em 13/11/95.